

Geofyzikální mapování výskytu těšinitové asociace hornin v okolí Žermanic – slezská jednotka

Geophysical mapping of the occurrence of the Teschenites rock association in the vicinity of the Žermanice village – the Silesian unit

Anastasia Melnyk¹, Lubomil Pospíšil² ✉

¹ Katedra geologického inženýrství, HGF VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

² Katedra geodézie a důlního měřičtví, HGF VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

Key words:

Teschenite, physical properties, magnetic anomalies, susceptibility, ERT

✉ lubomil.pospisil@vsb.cz

Editor:

David Buriánek

Abstract

Picrites, monchiquites, fourchettes, ouachitites, teschenites s.s. and teschenite clinopyroxenites are the representatives of major effusive and hypabyssal rock types of teschenite association rocks (TAR) of the Silesian unit of the Western Carpathians flysch belt. The geophysical image of TAR and their physical properties can be observed mainly in the magnetic and geoelectrical data, mainly from well logs and magnetic maps of different authors. Geophysical research of the TAH was carried out only in a limited scope of works due to unclear and complicated structural-tectonic conditions related to its development in space and time. This contribution provides a detailed overview of the methodology used in the mapping and interpretation of one of the geologically well-explored locality located in the vicinity of the abandoned quarry in Žermanice village.

Geophysical works are part of research projects implemented at VŠB-TU in Ostrava. The aim is to verify the possibilities of geophysical methods in monitoring the extent, structural and tectonic position of the TAH. It also includes the creation of GRAV/MAG models based on which the reality of the measured effects caused by the given bodies is verified. At the Žermanice location, geophysical methods were used in the profile variant, namely gravity, magnetic and geoelectrical measurements in the ERT (electrical resistance tomography) variant. The results proved that this combination of methods enable comprehensively map individual TAH bodies and thus appropriately supplement geological and geochemical data and results.

Úvod

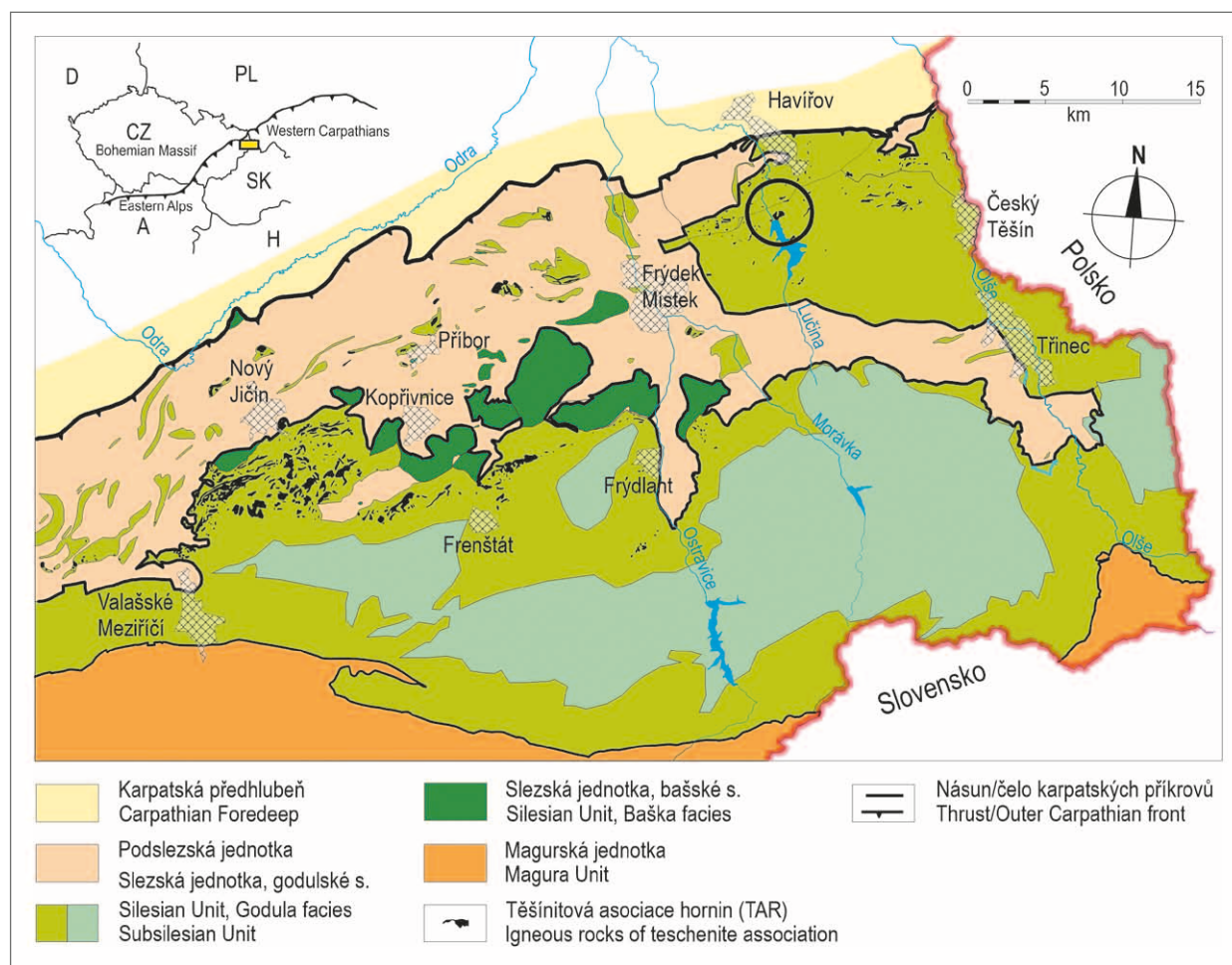
Geofyzikální studium těšinitové komplexu hornin Slezské jednotky je velmi obtížné vzhledem k velké variabilitě horninových typů a jejich chemického složení. Hlavní problém při určování typu hornin je v tom, že si v minulosti každý autor vytvořil svou vlastní klasifikaci [např. melanokráttní monchiquit podle Šmída (1978) je pikrit podle Pacáka (1926), hornina z Tiché je podle Šmída fourchit, ale podle Dolníčka (2013) těšinit, hornina z Ostravice podobně atd.].

Další problém je i vnitřní diferenciacie těles. Jedno těleso často obsahuje několik horninových typů. Z tohoto hlediska bude v budoucnu nutné stanovit zcela novou klasifikaci. Vymyslet rozumná klasifikační kritéria, z každého výchozu odebrat vzorek, udělat nábrus, příp. i výbrus a práškový vzorek na difrakci. V databázi by měla být pro každý vzorek i mineralogie a horninová struktura. Tento náročný proces bude vyžadovat desítky let. Proto pro geofyzikální posouzení možnosti projevu těšinitové asociace hornin využíváme zatím klasifikaci z práce Šmíd (1978). Tato klasifikace kombinuje mineralogické složení se strukturou,

Doporučená citace článku:

Melnyk, A. Pospíšil, L. (2022). Geofyzikální mapování výskytu těšinitové asociace hornin v okolí Žermanic – slezská jednotka. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 29, 1–2, 69–77.

DOI: <https://doi.org/10.5817/GVMS2022-21299>



Obr. 1: Zjednodušená geologická mapa území doplněná o výskyt těšinitových těles (černé plochy) a lokalita v blízkosti obce Žermanice, které byly vybrány pro detailní geofyzikální výzkum (černý kruh).

Fig. 1: Simplified geological map of the area supplemented by the occurrences of teschenite bodies (black areas) and locality near the village of Žermanice, that were selected for detailed geophysical research (black circle).

podobně jako je tomu u práce Menšík (1982). Potíž je, že nedefinuje konkrétní horniny, ale spíše horninové řady. Je nám známa skutečnost, že na mnohých lokalitách se po geochemickém ověření prokázal zcela jiný typ hornin a jejich původ vzniku (např. Matýsek et al. 2018; Buriánek a Bubík 2012). Tyto nové poznatky jsou samozřejmě zohledňovány při detailních geofyzikálních studiích.

Vzhledem k prostoru, ve kterém se nachází výchozy tohoto komplexu těšinitové asociace hornin, ve spodní části hradištského souvrství (Eliáš et al. 2003), se dříve geofyzikální výzkumy realizovaly na základě dat získaných z leteckého magnetického mapování (Gnojek 2004) nebo starších pozemních magnetických měření provedených v širším okolí Ostravy (Šutora a Chlpoš 1967). Druhé byly však realizovány s nedostatečnou hustotou měřených bodů. Proto v rámci studentského výzkumného projektu VŠB-TU Ostrava byla k řešení využita a reinterpretována nejen archivní geofyzikální data, ale na vybraných typových lokalitách realizovány nové geofyzikální práce v profilové modifikaci. Kombinace metod pozemní magnetometrie, elektrické odporové tomografie (ERT), dipólového elektromagnetického profilování (DEMP), gravimetrie a měření kapametrem na odkryvech byla

cílena na zpřesnění rozsahu, tvaru a struktur těšinitových těles. Tyto výsledky byly na bázi GIS technologií konfrontovány s dřívějšími daty archivovanými v České geologické službě (Archiv ČGS) a to především s leteckou magnetometrií, gravimetrií a radiometrií.

Předběžné výsledky ukázaly, že data, v současnosti poskytovaná leteckou magnetometrií, podávají pouze orientační informace o rozmístění povrchových výchozů těšinitů. Tato data spíše ukazují, vzhledem k letové výšce (80 m), větší tělesa anebo účinek superpozice několika těles. Pro první etapu výzkumu, pro první otestování možností geofyzikálních metod, byla vybrána řada lokalit, na kterých se provedlo magnetické profilové měření pro ověření velikosti a rozsahu anomálií nad známými odkryvy. Většinou se potvrdilo, že odkryvy tvoří malá, několik metrů mocná tělesa, jejichž magnetický účinek byl co do intenzity velmi proměnlivý a často plošným měřením nezjistitelný. Z těchto lokalit se vybrala území s rozsáhlejšími tělesy, ve kterých se realizoval komplex geofyzikálních metod. Jednalo se o tyto vybrané lokality – Lešná, Nový Jičín, Staré Město, Frenštát, Krmelín, Bruzovice a Žermanice. Ukázky v tomto příspěvku jsou vybrány z měření na lokalitě – Žermanice (obr. 1).

Metodika

Rešerši geologické a geofyzikální literatury jsme provedli s důrazem na hustotní a magnetické vlastnosti asociace tešinitových horniny. V současnosti je možné většímu těchto archivních dat dohledat v ČGS – Geofondu (Kadlečík et al. 1983, Doležal et al. 1973, Doležal 1977, Hanák a Ondra 2001). Údaje o magnetických susceptibilitách tešinitů zhodnotil i Gnojek (2004) a na omezených lokalitách Buriánek a Skácelová (2007), Matýsek et al. (2018) a další.

Důležitou složkou hradištského souvrství jsou hypoabysální a efuzivní magmatity bazického až ultrabazického charakteru, táhnoucí se v pásmu od Hranic na JZ až po Český Těšín a následně na polské území k Andrychovu a Inwaldu v Polsku na SV (obr. 1). Společný název pro ně je asociace tešinitových hornin (TAH) vzhledem k jejich rozmanitému petrografickému složení. Petrografická variabilita, která komplikuje a brání určení typu, odpovídá velké variabilitě fyzikálních vlastností. Výlevné horniny hradištského souvrství mají věk berrias až barrem (Menčík et al. 1983; Skupien a Pavluš 2013; Matýsek et al. 2018).

Metodika geofyzikálního výzkumu TAH byla založena na zhodnocení a analýze archivních dat, provedení nových ověřovacích geofyzikálních profilových prací na vybraných typových lokalitách. Vzhledem k finanční a časové náročnosti byla realizována pozemní magnetometrická měření, elektrická odporová tomografie (ERT), dipólové elektromagnetické profilování (DEMP), gravimetrie a měření kapametrem na odkryvech s TAH. Interpretační práce byly zacíleny na zpřesnění rozsahu, tvaru a struktur

Tab. 1: Přehled fyzikálních vlastností tešinitové asociace hornin podle Uhmanna in Kadlečík et al. (1983). Z tabulky je zřejmý velký rozptyl hodnot jednotlivých vzorků TAH, ovlivněný mnoha faktory (hydrotermální přeměny, zvětrání, tektonický postih atd.). Tab. 1: Overview of physical properties of the teschenite rock association according to Uhmanna in Kadlečík et al. (1983). The table shows a large variance of values of individual rock samples of TAR, influenced by many factors (hydrothermal transformations, weathering, tectonic impact, etc.).

Vlastnosti	Jednotky	Rozptyl	Aritmetický průměr	Standardní odchylka	Množství vzorků
Mineralogická hustota	kg/dm ³	2,670–3,264	2,888	0,108	390
Objemová hustota	kg/dm ³	2,543–3,197	2,83	0,121	390
Přirozená hustota	kg/dm ³	2,605–3,202	2,851	0,104	390
Pórozita	%	0,0–7,6	2,1	1,7	390
Magnetická susceptibilita	10 ⁻⁶ j. SI	43–185 857	40 313	944 826	390
Celková aktivita gama	10 ⁻⁶ Uekv,	0,2–21,8	6,9	3,1	390
Obsah ²³² Th	10.VI	0,2–26,4	8,2	3,9	390
Obsah ²³⁸ U	10.VI	0,0–9,9	2,3	1,2	390
Obsah ⁴⁰ K	%	0,0–3,1	0,9	0,7	390

tešinitových těles. V tomto příspěvku se věnujeme pouze tešinitovému tělesu u Žermanic.

Fyzikální vlastnosti hornin

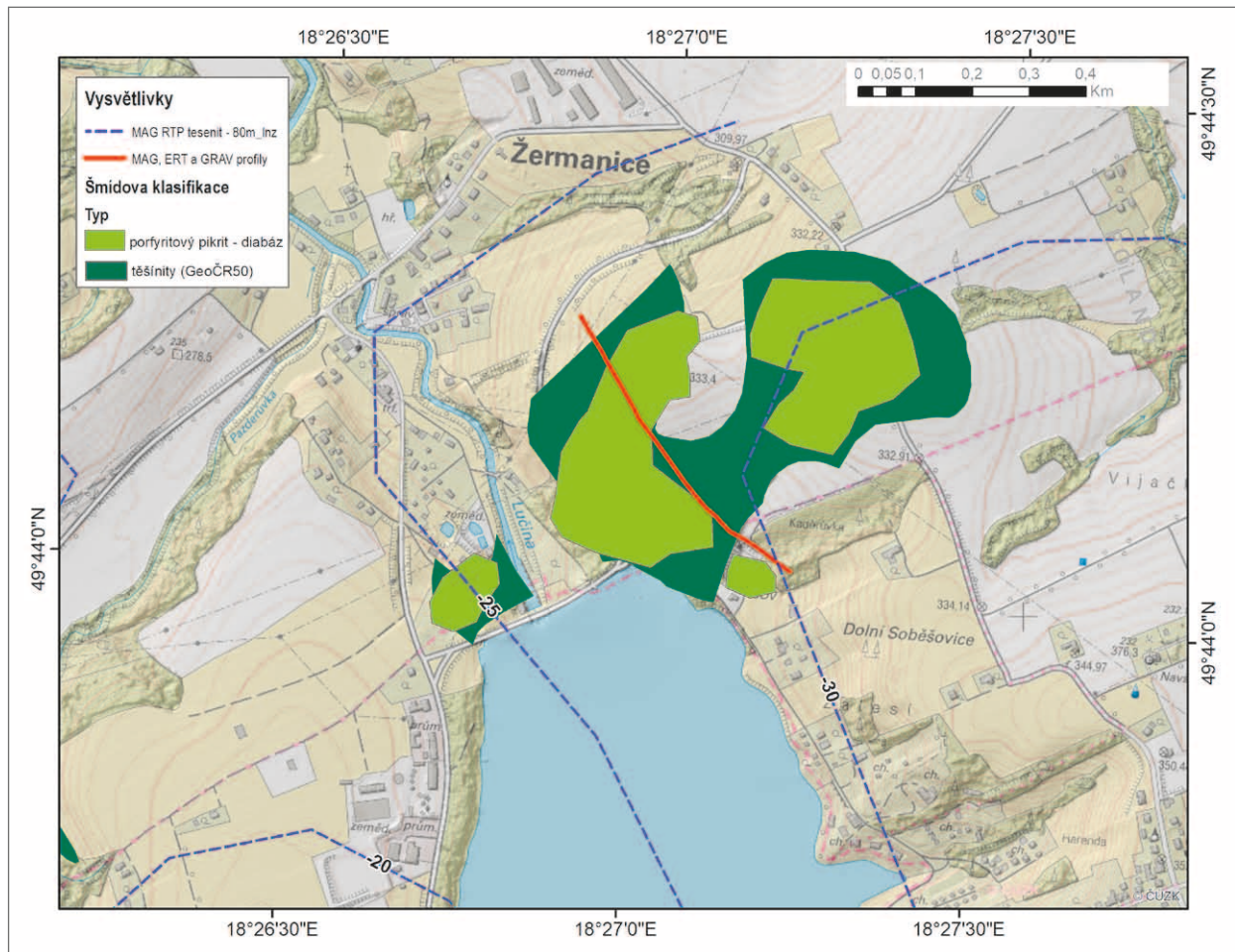
Mezi základní fyzikální vlastnosti hornin, které byly využity pro interpretaci a řešení obrácené úlohy, se řadí magnetická susceptibilita a hustota, které nejenže umožňují odlišovat jednotlivá tělesa, ale navíc je lze použít ke konstrukci geologicko-geofyzikálních modelů.

Magnetická susceptibilita je velmi charakteristickým parametrem pro každý typ vulkanické horniny. Zjednodušeně můžeme TAH rozdělit na horniny s vysokou a nízkou magnetickou susceptibilitou. Hodnoty pod $8\,500 \times 10^{-6}$ SI mají bazalty (diabázy, dolerity, mandlovce) a hodnoty nad $8\,000 \times 10^{-6}$ SI mají monchiquity, pikrity a tešinity, které jsou nejmagnetičtějšími horninami v této oblasti (Uhmanna in Kadlečík et al. 1983). Rozdíly v susceptibilitách mohou být odrazem řady dalších faktorů. Některá zjištění jsou však v rozporu s původními předpoklady a zjištěními a daty měřenými jinými autory.

Tab. 2: Průměrné hodnoty fyzikálních vlastností TAH v prostoru slezské jednotky použité pro modelování interpretačních profilů (upraveno podle Uhmanna in Kadlečík et al. 1983).

Tab. 2: Average values of physical properties of TAH in the space of the Silesian unit used for modelling of interpretation profiles (arranged after Uhmanna in Kadlečík et al. 1983).

Komplex	hloubka	susceptibility		Přirozená hustota		rychlosti		N
		M	Ds	M	ds	v		
jednotky	m	(10 ⁻⁶ j.SI)		(kg/dm ³)		(m/sec)		
Miocén:								
pelity	256–3 772	214	63	2,384	0,106	2 720	532	267
psamity	273–3 769	157	101	2,519	0,127	3 918	906	67
klastika vcelku	256–3 772	203	76	2,411	0,123	2 973	796	334
Podslezská jed.:								
pelity	42–2 089	239	147	2,473	0,098	3 479	613	283
psamity	103–1 901	181	83	2,51	0,104	4 013	742	41
klastika vcelku	42–2 089	232	142	–	–	3 584	671	324
Slezská jed.:								
krosněn. souv.								
pelity	55–1 162	216	44	2,633	0,045	4 103	591	24
psamity	202–1 256	140	48	2,646	0,061	4 481	552	45
klastika vcelku	55–1 256	166	59	2,641	0,056	4 366	586	69
Slezská jed.:								
godulské souv.								
pelity	55–2 705	259	60	2,681	0,037	4 220	780	138
psamity	55–2 705	204	113	2,642	0,056	4 536	511	157
klastika vcelku	55–2 705	229	96	–	–	4 425	635	295



Obr. 2: Situace realizovaného geofyzikálního interpretačního profilu v prostoru obce Žermanice, doplněná o výřez těšínitových těles z geologické mapy ČR50 (tmavě zelené plochy) a z mapy Šmída (1978) – světle zelené plochy. Izolinie magnetických anomálií ΔZ (Šutora, Chlpoš 1967) jsou modré linie. Plná červená linie – geologický profil napříč přehradní hrází. Na lokalitě se provedlo kontrolní pozemní magnetometrické a tíhové profilové měření s krokem 15 m a ERT měření s rozestupem elektrod 4 m.

Fig. 2: The location of the realized geophysical interpreted profile in the area of the village of Žermanice, supplemented by a teschenite bodies after geological map ČR50 (dark green areas) and Šmíd's map (1978 – light green areas). Isolines of magnetic anomalies ΔZ (Šutora, Chlpoš 1967) are blue lines. Heavy red line – geological profile across the dam. A control ground magnetic profile measurement with a step of 15 m and an ERT measurements with an electrode spacing of 4 m were carried out at the location.

Například Čípová (2006) uvádí pro těšínity hodnoty $10\text{--}57 \times 10^{-3}$ SI a pro pikrity $0,4\text{--}52,0 \times 10^{-3}$ SI. Důvody tohoto rozdílu musíme hledat v mineralogii obou skupin, a proto se velká pozornost souběžně věnuje petrografickému a geochemickému studiu hlavních horninových typů (např. Buriánek a Skácelová 2007; Matýsek et al. 2018; Schuchová a Dolníček 2013).

Přiložená tabulka jednotlivých parametrů poskytuje souhrnný přehled fyzikálních vlastností hornin těšínitové asociace hornin (tab. 1). Je sestavena z archivních zpráv Geofyziky Brno, a.s. (Kadlečík et al. 1983), které zahrnují stovky měření jak na povrchových, tak i vrtných vzorcích, které jsme doplnili o hodnoty kontrolních měření na vybraných lokalitách.

Pro modelování a tvorbu interpretačních profilů byly kromě susceptibilit zhodnoceny i hustotní poměry v dané oblasti a pro jednotlivé jednotky stanoveny hodnoty přirozených hustot (100% sycené H_2O – tab. 2).

Použité geofyzikální metody

Strukturní pozici a fyzikální projevy hornin těšínitové asociace jsme se rozhodli ověřit terénním magnetickým, geoelektrickým a gravimetrickým měřením na různých lokalitách a nad různými typy těšínitových těles. Na lokalitě Žermanice (obr. 2), na které probíhala první etapa geofyzikálních profilových měření, jsme použili starší typ magnetometru fy. Geometrics. Abychom vyloučily jakékoliv pochybnosti o jeho přesnosti a spolehlivosti, použili jsme následně dvojité opakování magnetických měření přístrojem fy. Satisgeo.

Magnetometrie byla měřena s krokem 15 m a pro měření totálního vektoru geomagnetického pole na profilech byly použity dva protonové magnetometry – magnetometr G-8l6 (Geometrics) a PMG-2 od výrobce SatisGeo. Druhý magnetometr umožnil měřit paralelně s intenzitou magnetického pole i vertikální magnetický gradient. Vzdálenost mezi měřeními body byla zvolena 15 m. Pro vyloučení možných nepřesností a chyb bylo prováděno na každém pátém bodě opakované měření.

Magnetické variace byly získány z geomagnetické observatoře Budkov (GFÚ AV ČR). Z magnetických měření byla spočtena hodnota anomálie ΔT (skalární rozdíl velikosti totální složky geomagnetického pole a statisticky určeného normálního pole na lokalitě – obr. 3).

Gravimetrie byla na profilu měřena s krokem 15 m, použit byl setinný gravimetr LaCoste&Romberg, No. 176. Topokorekce byly zpracovány a stanoveny programem TopoSK (Marušiak et al. 2016). Gravimetrické měření bylo zpracováno do úplných Bouguerových anomálií, s použitou redukční hustotou $2,67 \text{ kg/dm}^3$ (obr. 3).

U gravimetrických a magnetických bodů byly výšky a jejich souřadnice získány měřením s GNSS aparaturou Leica systém 1200, která se skládala z antény:

ATX1230 GG, GPS/GLONASS SmartAntenna a kontrolieru RX1250Xc, WinCE System 1200 Controller. přesnost GNSS aparatury udaná výrobcem je pro RTK metodu – horizontální 10 mm + 1 ppm a vertikální 20 mm + 1 ppm.

Metoda ERT (electrical resistivity tomography) – elektrická odporová tomografie byla jednou z dalších geofyzikálních metod, která je efektivní z hlediska rozlišení horninového prostředí a rozhraní pod zemským povrchem. V obzvláště v nepřístupných polohách je tato metoda relativně rychlá a efektivní a přináší uspokojivé rozlišení s dostatečným hloubkovým dosahem až první stovky metrů.

Pro měření profilů byl zvolen rozestup elektrod po 4 m s aktivní délkou měřeného úseku 560 m. Elektrody byly uspořádány v systému Wenner-Schlumberger. Získaná data zdánlivého měrného odporu hornin byla zpracovávána řídicí jednotkou ARES od společnosti GF Instruments. Výsledky měření metodou ERT se zpracovávají v programu RES2DINV, jež získaná data zobrazuje

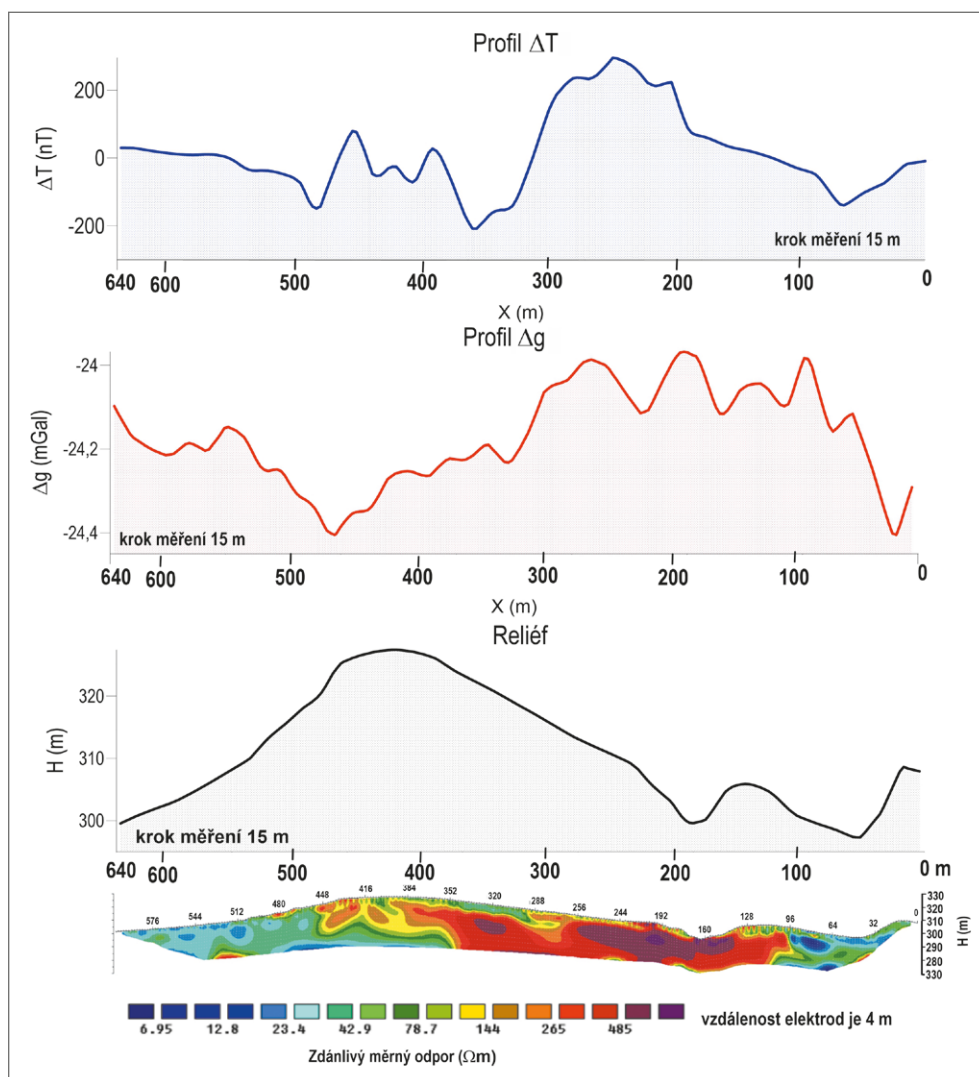
formou dvourozměrné tomografické inverze. Software RES2DINV jsme využili také pro úpravu metráží a výšek tak, aby odporová data byla zobrazena se skutečným reliéfem terénu (obr. 3).

Výsledky terénního měření a jejich diskuze

V tomto příspěvku prezentujeme jako ukázkou výsledky a data získaná z lokality Žermanice, která představuje nejlépe exponované a také nejvíce prozkoumané těleso těšínsitů v zájmové oblasti.

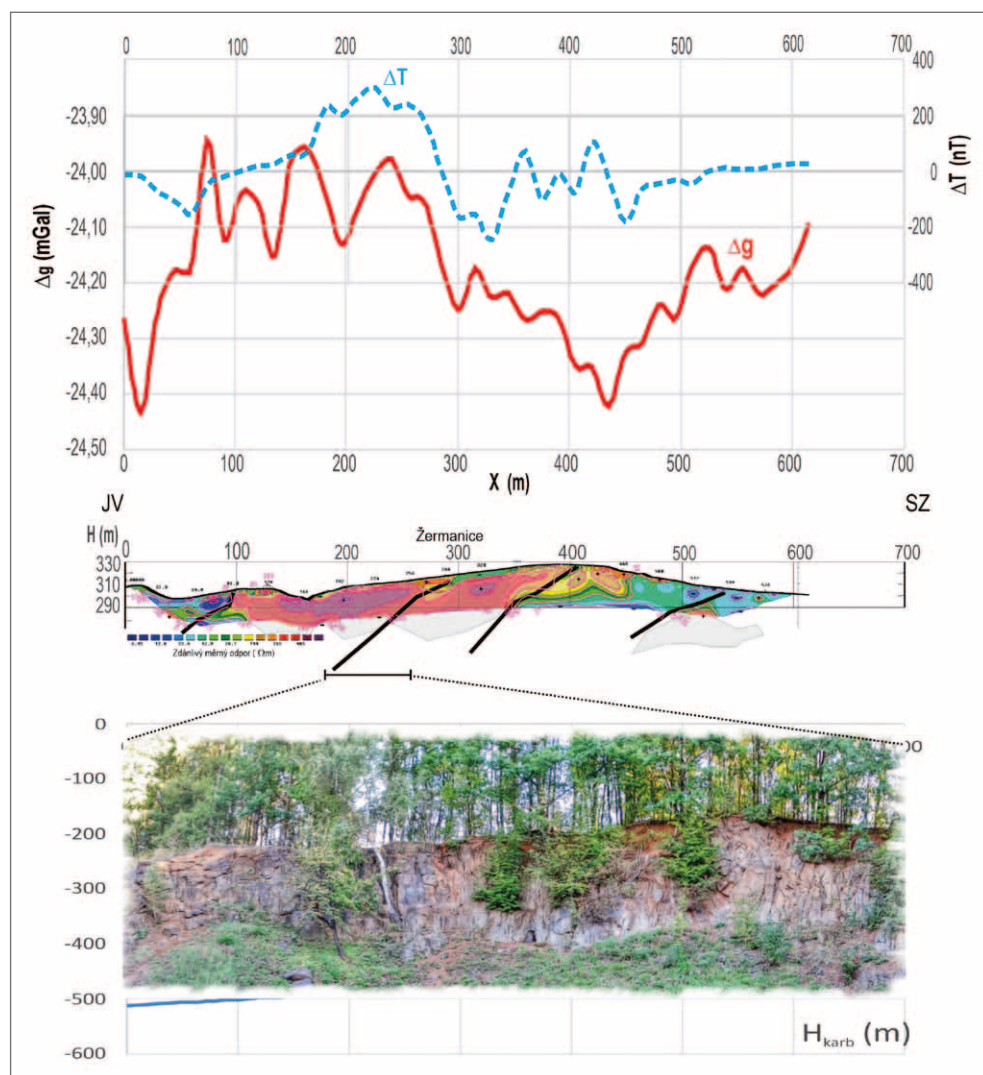
Při interpretaci jsme zaměřili na to poznat:

- geofyzikální projevy jednotlivých těles s odlišným petrografickým složením, přičemž jsme vycházeli z klasifikace dle Šmída (1976) – obr. 2, i když v současnosti některé popisy výchozů neodpovídají danému typu horniny (např. Buriánek a Bubík 2012),
- ověřit možnosti komplexu geofyzikálních metod při studiu strukturní pozice a identifikace jednotlivých těles; zvláště ověřit možnosti mapování těchto těles



Obr. 3: Výsledky geofyzikálních měření na profilu Žermanice. Nahoře je křivka magnetických anomálií ΔT , pod ní je tíhová křivka Δg , následuje reliéf a dole jsou výsledky měření ERT.

Fig. 3: Results of geophysical measurements on the Žermanice profile. Top curve is the magnetic anomaly ΔT , below it is the gravity curve Δg , followed by topographic relief and below are the results of ERT measurements.



Obr. 4: Výsledky měření na geofyzikálním profilu přes žermanický výchoz vystupujícího těšinitového komplexu hornin (TAH). Křivky v horní části obrázku zobrazují průběh účinků úplných Bouguerových anomálií (plná čára), a hodnoty magnetických anomálií ΔT (přerušovaná čára). Ve spodní části je zobrazen izoohmický řez. Zvýšené odpory doplněné o šedé plochy, vymezují předpokládaný rozsah těšinitových těles. Silné černé linie představují interpretované zlomy. Fotografie zobrazuje odkryv v Žermanickém lomu, který se nachází ve střední části profilu.

Fig. 4: Results of measurements on the geophysical profile through the Žermanice outcrop of the teschenite rock complex (TAH). The curves at the top of the image show the effects of Complete Bouguer anomalies (solid line), and the values of magnetic anomalies ΔT (dashed line). An isoohmic cross-section is shown at the bottom. Increased values of resistivity and supplied gray areas define the expected extent of the teschenite bodies. Heavy black line represent interpreted faults. The photo shows the outcrop in the Žermanice quarry, which is located in the middle part of the profile.

pomocí pozemní magnetometrie vzhledem k tomu, že v současnosti používaná geomagnetická mapa (MŽP – Geofond Praha, 2004), získaná z leteckých měření ve výškové úrovni 80 m, zobrazuje dost zkreslený obraz o povrchové distribuci TAH.

Geologický odkryv v Žermanickém lomu, který byl studován už v minulosti řadou geologických týmů (např. Matýšek et al. 2018; Hrouda et al. 2018), představuje jednu z dobře odkrytých typových lokalit (obr. 2, 3).

Lom vznikl a byl v provozu v 50. letech 20. století v době výstavby Žermanické přehrady. Na dobových snímcích (<https://www.ddomaslavice.cz/obec/historie/stavba-prehrady/>) je patrné, že byl založen v tělese těšinitů,

kde vytváří žilné těleso v rámci hradišského souvrství slezské jednotky. Těleso dosahuje na levém břehu Lučiny (obr. 2), na které je přehrada vybudovaná, mocnosti cca 20 m a je rozčleněno puklinami na mohutné kry, které se nestejně boří do podloží, tvořeného mělkými snadno zvětrávajícími jílovci až jílovitými břidlicemi. Na poruchových zónách je hornina rozložena na hlinitopísčitou hmotu.

Lokalita Žermanického lomu, podél kterého se realizoval geofyzikální profil, sloužila v minulosti jako typová lokalita ke geologickým výzkumům, především k petrografickým, geochemickým a paleomagnetickým analýzám (např. Matýšek et al. 2018; Jirásek et al. 2017; Hrouda et al. 2018).

Terénní geofyzikální měření nebylo možné z technických důvodů provést přímo v lomu při silnici podél skalního defilé, kde byly odebírány vzorky (komplikovaný výpočet topokorekce v gravimetrii,

kovová zábradlí a elektrické vodiče v magnetometrii). Pro měření byl proto vybrán 640 m dlouhý profil vedoucí paralelně se skalním defilé v lomu, ale posunutý o cca 50 m směrem k severu. Profil vede zalesněným terénem zakrytým kvartérním pokryvem, a pouze jeho JV část zasahuje do zástavby obce Soběšice. Nevýhodou je, že v takto zakrytém terénu nejsou přesně známy hranice jednotlivých změn horninových typů těšinitového komplexu, ale vzhledem k blízkosti odkryvu se určité korelace mohly provést.

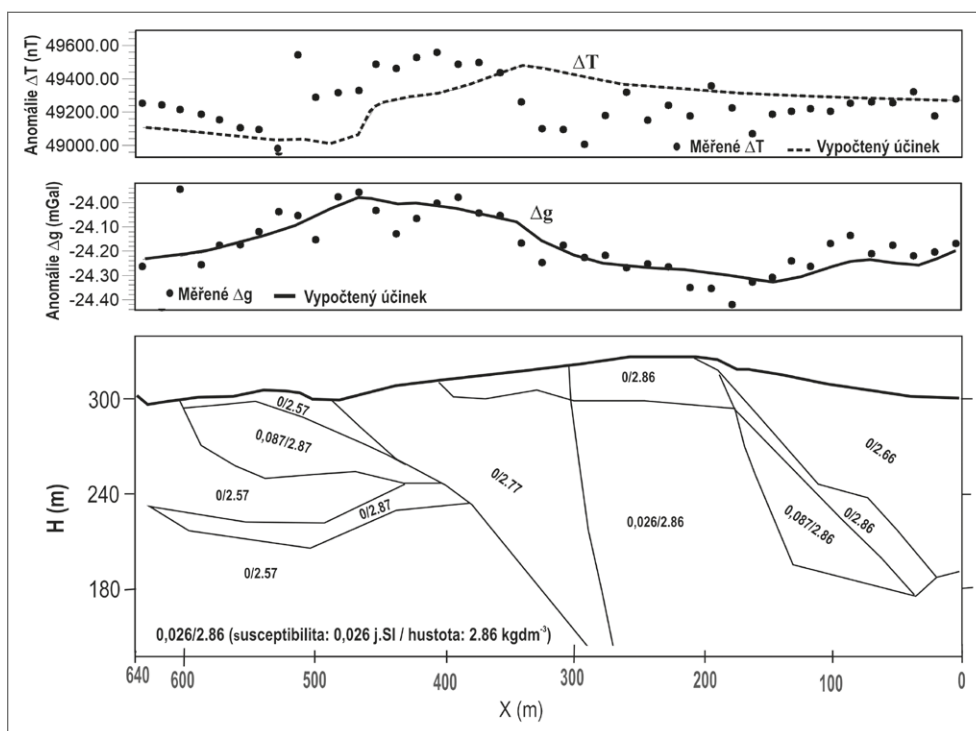
Výsledky měření jsou na obrázku 3, jejich geologicko-geofyzikální interpretace na obrázku 4. Překvapující je minimální rozsah hodnot tíhových anomálií na profilu

0,5 mGal vzhledem k hustotám těšinitů. Z korelace s magnetickou křivkou, kde je rozsah anomálního projevu mezi +250 až -200 nT, je možno usuzovat na plošně rozsáhlé těleso s téměř konstantní mocností, na mnoha místech porušené případně zvětralé, jehož magnetický projev je úměrný a odpovídá stupni přeměny horniny v daném místě. Tomu odpovídají i Matýšek et al. (2018) už dříve zjištěné susceptibilitě přímo v lomu. Všeobecně lze pozorovat vzájemnou shodu mezi vysokými odpory, zvýšeným tíhovým účinkem a intenzitou magnetické anomálie (obr. 4). Podle tíhových a magnetických dat lze usuzovat, že těleso těšinitů končí přibližně

na metrů 450 m, kde tíhová křivka dosahuje minima. Její postupné stoupání k SZ ukazuje na možnost přítomnosti dalšího menšího tělesa, které se však výrazně neprojevuje magnetickou anomálií, pouze zvýšenými odpory v ERT profilu. Pravděpodobně jde o vliv silného tektonického porušení původního tělesa, jeho „rozdrobení“ v důsledku jejich posledních gravitačních pohybů, které silně ovlivnily pozici slezské a podslezské jednotky v této oblasti.

Na metrů 300 m a cca 400 m interpretujeme zlomy, jejichž projev lze najít nejen v místech snížených měrných odporů, ale i v poklesu tíhové a magnetické křivky. Rozsah a mocnost kompaktních těles těšinitů, podle velikosti tíhových a magnetických anomálií, naznačují šedé plochy (obr. 4).

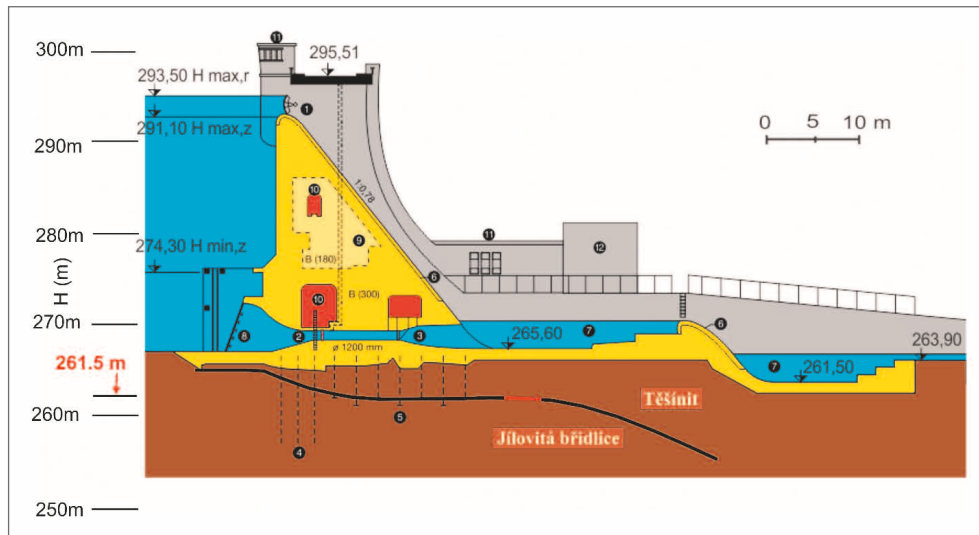
Pomocí řešení přímé úlohy (obr. 5), s pomocí známých fyzikálních vlastností hornin (tab. 2) a strukturních geofyzikálních dat získaných z ERT, jsme provedli řešení přímé úlohy, abychom verifikovali účinky předpokládaných těles těšinitů. Výsledný model ukázal a ověřil reálnost modelu i předpokládanou mocnost těšinitového tělesa v dané lokalitě. Jistá diskrepance se objevuje cca na metrů 400 m, kde bylo zjištěno těleso o větší susceptibilitě, což by mohlo svědčit o určité proměnlivosti typů hornin. Hustotní model a tomu odpovídající shoda vypočtené a naměřené křivky ukazuje na možnou větší mocnost tělesa v této části profilu.



Obr. 5: Ověření výsledků měření na profilu Žermanice bylo provedeno řešením přímé gravimetrické a magnetické úlohy na přiloženém modelu. K výpočtu byly využity údaje o hustotách a susceptibilitách uvedených v tabulce 2. Předběžné výsledky ukazují na velkou proměnlivost susceptibilit a hustot jednotlivých částí tělesa, což potvrzuje dřívější měření prováděná kapametrem (Matýšek et al. 2018). Fig. 5: The verification of the measurement results on the Žermanice profile was carried out by solving a direct gravimetric and magnetic task on the attached model. The data on densities and susceptibilities listed in Table 2 were used for the calculation. Preliminary results show that there is great variability in the susceptibilities and densities of individual parts of the body, which confirms earlier measurements performed with a kapameter (Matýšek et al. 2018).

Pro verifikaci interpretovaného a modelovaného profilu jsme našli další kritérium. Srovnáme-li interpretovaný profil s inženýrsko-geologickým řezem přes hrází těleso Žermanické přehrady (obr. 2 a 6; <https://www.pod.cz/stranka/zermanice.html>), vidíme velmi dobrou shodu zjištěné mocnosti tělesa těšinitů z geofyzikálních měření (cca 40 m) se skutečnou mocností těšinitového tělesa cca 30 m (rozhraní těšinitů – jílovitá břidlice je v hloubce +261,5 m). Vezmeme-li do úvahy zjištěné mocnosti na levém břehu hráze a řeky Lučiny, kde se dá z dobových fotografií odhadnout mocnost tělesa na 20–25 m, lze odvodit další předběžný závěr a to, že těleso se sklání a zmenšuje svou mocnost směrem k Z.

Z hlediska plošného se jeví, že nejde o kompaktní těleso těšinitů, jak je uvedeno v geologických mapách, ale je zlomy rozčleněno na systém dílčích bloků, které končí na SZ straně na metrů cca 480 m a na JV na staničení 50 m. Tomu odpovídá tvar magnetické anomálie, jejíž intenzita je nejvyšší v prostoru opuštěného lomu (obr. 4). Nejasné je zda můžeme považovat lokální tíhovou anomálii, doprovázenou zvýšenými zdánlivými měrnými odpory na metrů 510 m za projev další části těšinitového tělesa. Projev magnetické anomálie zde chybí, ale vzhledem k rozsahu, hloubce a tektonickému postihu tělesa nelze tuto variantu vyloučit. Dá se ukázat, že podobné projevy jsou známé i z dalších lokalit, které se v posledním období



Obr. 6: Příčný řez hrází Žermanické přehrady (<https://www.pod.cz/stranka/zermanice.html>) ukazující inženýrsko-geologické poměry v základech hráze. Vrty doložené styk těšínitů a břidlic byl zjištěn v hloubce +261,5 m což je v souladu se zjištěnou mocností těšínitů na profilu ERT (obr. 4).

Fig. 6: Cross-section of the Žermanická dam documents the engineering-geological conditions in the foundations of the dam (<https://www.pod.cz/stranka/zermanice.html>). The wells-documented contact of the teschenite and shale were found at a depth of +261.5 m, which is in accordance with the determined thickness on the ERT profile (Fig. 4).

proměřily, kde jednotlivé bloky se odsunuly od hlavní části tělesa, pravděpodobně už jen v důsledku nejmladších terciérních gravitačních pohybů.

Závěr

Získané výsledky poskytují velmi dobré údaje k přesnějšímu vymezení průběhu tělesa těšínitů v zakrytém terénu v okolí Žermanic. Tímto způsobem by bylo možné i zpřesňovat jejich pozici v geologických mapách. Neboť jak jsme zjistili, těšínity jsou často rozdílně zakresleny v geologických mapách různých měřítek. Zvolená metodika geofyzikálních prací, založená na kombinaci metod magnetometrie, ERT a gravimetrie, se ukázala

účely bude třeba i zpřesnit detailní strukturně tektonické podmínky v blízkosti zpracovávaných lokalit tak, aby se dal prokázat a odlišit nejmladší gravitační postih lokality od původních vrásovo-příkrovových deformací slezského příkrovu.

Poděkování

Výzkum se uskutečnil v rámci projektu financovaného Studentskou grantovou soutěží VŠB – TU v Ostravě. Autoři děkují Martinu Kašingovi a Petru Jirmanovi za pomoc při realizaci terénních prací a Miroslavu Bubíkovi za cenné připomínky, které pomohly zlepšit kvalitu rukopisu.

jako vhodná jak ekonomicky, tak i z časového hlediska pro strukturně-tektonické mapování TAH.

Výsledky mohou být využity při budoucím regionálním magnetickém a doplňkovém geoelektrickém (ERT, DEMP) mapování. Další variantou průzkumu TAH, vzhledem k jejich velké geochemické proměnlivosti, bude detailní plošné měření susceptibility. Tak by se mohlo podařit najít kritéria pro rozlišení jednotlivých typů TAH a následně provést jejich korelaci v prostoru. Pro tyto

Literatura

- Buriánek, D., Skácelová, Z. (2007). The consequence magnetic susceptibility for geological mapping of the teschenite association on the map sheet 1 : 25 000 Starý Jičín (25-124), *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v r. 2006*, 62–65.
- Buriánek, D., Bubík, M. (2012). Horniny těšínitové asociace v okolí Valašského Meziříčí. – *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.*, 97, 1, 105–127.
- Doležal, J. et al. (1973). Reinterpretace geofyzikálních materiálů v čelní hlubině a flyšovém pásmu Karpat – úsek sever; I, etapa jižní hornoslezské pánve. – MS, *Archív Geofyzika s, p, Brno*, 147s.
- Doležal, J., Cipryš, V., Kadlečík, J., Hašek, V., Filková, V. (1977). Reinterpretace a souborné zpracování geofyzikálních materiálů v karpatské předhlubni a flyšovém pásmu Karpat – úsek střed. – MS, *Archív Geofyzika s, p, Brno*, 162 s.
- Eliáš, M., Skupien, P., Vašíček, Z. (2003). Návrh úpravy litostratigrafického členění nižší části slezské jednotky na českém území (vnější Západní Karpaty). *Sborník věd. prací VŠB-TU, Ř. horn.-geol. Ostrava. VŠB – Technická univerzita Ostrava*, 49(8), 7–13. ISBN 80-7078-402-6.
- Gnojek, I., Dědáček, K. (1980). *Technická zpráva o leteckém geofyzikálním průzkumu oblasti Jeseníků*. Manuskript, Geofyzika – Brno.
- Gnojek, I. (2004). Geologická interpretace anomálií geomagnetického pole sv. Moravy a Slezska. – *Acta Musei Moraviae, Sci. geol.*, 89, 173–188.
- Hanák, J., Ondra, P. (2001). *Petrofyzikální registr Geofyzikální databanky, stav k r. 2001*. – Geofyzika, Brno.
- Hrouda, F., Buriánek, D., Krejčí, O. (2018). Magnetic fabric of teschenite-picrite volcanics and their structural relationship to the host Silesian Thrust Sheet. – In: Šujan, M., Csibri, T., Kiss, P., Rybár, S. (eds). *Environmental, Structural and Stratigraphical Evolution of the Western Carpathians. 11th ESSEWECA Conference, Abstract Book, 29th–30th November 2018*, Bratislava, Slovakia.
- Kadlečík, J., Doležal, J., Čekan, V., Uhmman, J., Filková, V. (1983). *Souhrnné zpracování geofyzikálních dat z karpatské předhlubně a flyšových pásem Západních Karpat*. – Manuskript, Geofyzika Brno a. s.
- Marušiak, I., Zahorec, P., Papčo, J., Pašteka, R., Mikuška, J. (2016). *TopoSK – program for terrain corrections calculation – Program guide*. September 2016, Bratislava, 10 p.
- Matýšek, D., Jirásek, J., Skupien, P., Thomson, S. N. (2018). The Žermanice sill. new insights into the mineralogy, petrology, age, and origin of the teschenite association rocks in the Western Carpathians, Czech Republic. – *International Journal of Earth Sciences*, October 2018, Volume 107, Issue 7, 2553–2574
- Menčík, E. et al. (1983). *Geologie Moravskoslezských Beskyd a podbeskydské pahorkatiny*. – Ústřední ústav geologický v Akademii (nakladatelství Československé akademie věd) Praha, 307 s. [cit. 2021-12-29].
- Sedlák, J. (1999). *Projekt geologických prací s mezinárodní spoluprací – Strukturně-geologická stavba Západních Karpat a jejich podloží na základě geofyzikálních dat v příhraničních oblastech s Polskem a Slovenskem*. – MŽP ČR, Praha.
- Šalanský, K., Manová, M., Orel, P., Marek, F. (1968). *Zpráva o leteckém geofyzikálním měření v roce 1963–65., VII. Severní Morava (MS ÚGF Brno, pracoviště Praha, 112 s.*
- Schuchová K., Dolníček Z. (2013). Vnitřní zonálnost těles vyvřelých hornin těšínitové asociace ve Slezské jednotce, petrofyzikální doklad. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 20, 1, 92–95.
- Šmíd B. (1978). *Výzkum vyvřelých hornin těšínitové asociace*. – Rigorózní práce, PřF UK Praha, 153 s + mapové přílohy.
- Šutor A., Chlpoš, P. (1967). *Geomagnetický průzkum v oblasti vnějšího a magurského flyše*. MS, ÚGF Brno za rok 1966, 76 s.
- Uhmman, J. (1973). *Fyzikální vlastnosti hornin neogenní předhlubně a flyšových pásem vnějších Západních Karpat*. – MS, ÚGF Brno, 78 s.